



Adaptation of Star Properties Concept Inventory¹

Yıldız Özellikleri Kavram Envanteri uyarlama çalışması

Emrah Oğuzhan Dinçer²
Derya Çobanoğlu Aktan³

Abstract

The aim of this study is to adapt “Star Properties Concept Inventory-SPCI” developed by Bailey, Johnson, Prather, and Slater (2012) into Turkish, and to make validity and reliability analyses of the inventory. The original inventory is consisted of 22 items. The study is conducted with the participation of 386 students from three different universities. Preservice science teachers and fourth grade astronomy students are formed this research group. Cronbach’s alpha coefficient is determined as 0.82 for the inventory. As a result of item analysis of data gained from application of inventory; item discrimination indexes are found between 0.07 and 0.73, item difficulty indexes are found between 0.13 and 0.75. While the average of test is found as 7.27, the average difficulty is 0.33. The content validity is determined by taking expert opinions.

Keywords: Astronomy education; star concept; inventory adaptation.

[\(Extended English abstract is at the end of this document\)](#)

Özet

Bu çalışmanın amacı, Bailey, Johnson, Prather ve Slater (2012) tarafından geliştirilen “Star Properties Concept Inventory-SPCI” Yıldız Özellikleri Kavram Envanterini (YÖKE) Türkçeye uyarlamak ve Türkçe uyarlamanın güvenilirlik ve geçerlik çalışmasını yapmaktır. Envanterin orijinali 22 sorudan oluşmaktadır. Araştırma üç farklı üniversiteden toplam 386 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma örneklemini, astronomi bölümü dördüncü sınıf öğrencileri ile fen ve teknoloji öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Cronbach alfa katsayısı ölçme aracı için 0.82 olarak belirlenmiştir. Kavram testinin uygulanması sonucu elde edilen verilerin madde analizi sonucunda maddelerin ayırtıcılık güçlerinin 0.07 ile 0.73 arasında, madde güçlük indislerinin de 0.13 ile 0.75 arasında olduğu bulunmuştur. Testin ortalaması 7.27 bulunurken, testin ortalama güçlüğü de 0.33’tür. Testin kapsam geçerliği uzman görüşleri alınarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Astronomi eğitimi; yıldız kavramı; envanter uyarlama.

1. Giriş

Evrendeki gök cisimleri ve hareketleri ilk çağlardan itibaren insanların ilgisini çekmiş ve bu ilgi astronomi biliminin doğuşuna neden olmuştur. Astronomideki gelişmeler evreni nasıl gördüğümüze ve evrendeki yerimize dair algılarımızı şekillendirmiştir. Bu sebeple astronomi eğitimi bireye yalnızca alanla ilgili bilgiler değil astronomiye karşı olumlu tutumların gelişmesine katkıda bulunacak hayatın içinden genel kültür bilgileri de kazandırır. Astronomi eğitimi, gök

¹ Bu çalışma, 1. Ulusal Fizik Eğitimi Kongresi’nde özet bildirisi olarak sunulmuştur.

² Yrd. Doç. Dr., Trakya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, eguzhan@trakya.edu.tr

³ Yrd. Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, dcaktan@hacettepe.edu.tr

cisimlerinin oluşumu, hareket ve yaşamları, mevsimlerin oluşumu, iklim değişiklikleri gibi birçok olayı açıklarken, günümüzde popüler olan beyaz cüce, karadelik, süpernova gibi kavramların ne olduğunu da açıklamaktadır. Bu kavramların bazılarının günlük hayat içinde kullanımı, ders öncesinde öğrencilerin bu kavramlar hakkında alternatif görüşlere sahip olmasına neden olabilmektedir. Öğrencilerin astronomideki bilimsel kavramları öğrenebilmesi ise alternatif görüşlerinin belirlenmesini gerektirmektedir.

Fizik eğitiminde olduğu gibi astronomi eğitiminde de yapılandırmacı öğrenme teorisinin ön plana çıkması ile öğrencilerin kavram yanlışlarını veya alternatif görüşlerini belirlemeye yönelik çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar, kavram yanlışları incelenen katılımcılara göre, öğretmen-öğretmen adayı ve ilköğretim- orta öğretim öğrencileri olarak ele alınabilir. Öğretmen ve öğretmen adayları üzerine yapılan araştırmalar arasında, Emrahoglu ve Öztürk'ün (2009) fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi kavramlarını anlama seviyelerini ve kavram yanlışlarını, Çoruhlu ve Çepni'nin (2015) öğretmenlerin solar sistem ve ötesi ile ilgili kavram yanlışları ve problemleri; Bektaşlı'nın (2013) fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi konusundaki kavram yanlışlarını; Trundle, Atwood ve Christopher'ın (2002) ilköğretim öğretmen adaylarının ayın evreleri hakkındaki kavram yanlışlarını araştırdıkları çalışmaları sayılabilir. Öte yandan Uğurlu (2005) ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin dünya ve evren konusu ile ilgili kavram yanlışlarını Kurnaz (2012) yıldız, kuyruklu yıldız ve takım yıldız kavramlarıyla ilgili öğrenci algılamalarını; Şahin, Bülbül, ve Durukan (2013) öğrencilerin gök cisimleri konusundaki alternatif kavramlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisini; Sarıoğlu ve Küçüközer (2013) 10. sınıf öğrencilerinin tork, açısal momentum, Kepler'in ikinci kanunu anlama düzeylerini; Bülbül, Şahin, Durukan (2014) 7. sınıf öğrencilerinin uzay araştırmaları hakkındaki alternatif görüşlerini; Trumper (2001) lise öğrencilerinin temel astronomi kavramları konusundaki kavram yanlışlarını ilköğretim- orta öğretim düzeyinde incelemiştir.

Astronomi eğitimi alanında incelenen temel konular arasında güneş sistemi, ayın evreleri mevsimlerin oluşumu sayılabilir. Nispeten az olmakla beraber ilgili alan yazında yıldızlarla ilgili çalışmalar da bulunmaktadır. Yıldız kavramı ve özellikleri ile ilgili çalışmalarda, katılımcıların kavramsal anlama düzeyleri, yeni öğretim yöntem uygulaması, ölçme aracı geliştirme, pedagojik içerik bilgisi gibi konuların incelendiği görülmektedir. Alan yazında yıldızlarla ilgili çalışmaların genellikle astronomi konusunun bir alt başlığı olarak ele alındığı gözlenmiştir (Baltacı, 2013; Bektaşlı, 2013; Durukan ve Sağlam Arslan, 2013; Durukan, Şahin ve Arıkurt, 2014; Göncü ve Korur, 2012; Güneş, 2010; İyibil, 2010; İyibil ve Sağlam Arslan, 2010; Kaplan ve Çifçi Tekinarslan, 2013; Kurnaz ve Değermenci, 2011; Lee, Lee, Park, Maeng, ve Oh, 2014; Lee, Maeng, Park, Lee ve Oh, 2015; Okulu, 2012;).

Yıldız kavramı ve özelliklerini tek başına ele alan çalışmalardan Kurnaz'ın (2012) yaptığı çalışmada 121 ilköğretim 7. sınıf öğrencisinin yıldız, kuyruklu yıldız ve takımyıldız kavramları ile ilgili algılamaları incelenmiştir. Bu çalışmada öğrencilere açık uçlu sorular sorulmuş ve onlardan ilgili kavramlar için şekil çizimleri istenmiştir. Öğrencilerin yaklaşık %40'ı yıldız ışık kaynağı veya gök cismi olarak tanımlarken, %0.8'i ise yıldız ışık üreten gezegendir demektedir. Öğrencilerin çizimleri incelendiğinde, öğrencilerin %70.1'i Türk bayrağındaki beş noktalı yıldız çizerken, %25.6'sı yıldız yuvarlak şekilde göstermişlerdir. İyibil ve Sağlam Arslan (2010) ise fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modellerini belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla toplam 56 öğretmen adayına dört açık uçlu soru sorulmuş ve bazı öğretmen adaylarının bilimsel bilgiyle uyumlu olmayan zihinsel modellerinin olduğu gözlenmiştir. Bu yanlış anlamalar arasında yıldız gezegen olarak görme, yıldızın başka ışık kaynağından aldığı ışığı yansıtması gibi alternatif görüşler sıralanmıştır. Unat (2011) yüksek lisans tez çalışmasında fizik öğretmen adaylarının yıldızlardan yıldızlara konusuna ilişkin pedagojik alan bilgilerini incelemiştir. Nitel bir çalışma niteliğindeki bu çalışmada dört fizik öğretmeni adayının görüşleri dört tane yarı yapılandırılmış görüşme ile toplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, öğretmen adaylarının konuyla ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları gözlenmiştir. Türkiye'de yapılan diğer bir çalışmada Ünal ve arkadaşları, 170 öğretmen adayının temel astronomi konusundaki bilgilerini 5 bölüm ve 31 açık uçlu sorudan oluşan bir form

kullanarak incelemişlerdir. Katılımcıların yıldızlarla ve güneşin özellikleri ilgili sorulara verdikleri cevaplar incelendiğinde katılımcıların %79'unun güneşin bir yıldız olarak nitelediğini ancak %12'sinin güneşi gezegen olarak tanımladıklarını gözlemlemişlerdir

Yurt dışında yapılan çalışmalar arasında ise Brunzell ve Marcks tarafından (2005) yapılan çalışmada, 142 öğretmene, Zeilik (2003) tarafından geliştirilen Astronomi Tanı Testi uygulanmıştır. Katılımcılar, 43 sınıf öğretmeni, 73 ortaokul, 26 lise öğretmeninden oluşmaktadır. Testteki sorular incelendiğinde, güneşin enerjisinin kaynağı ile ilgili soruyu sınıf öğretmenlerinin %17'si, ortaokul öğretmenlerinin %46'sı ve lise öğretmenlerinin ise %56'sının doğru cevapladığı görülmektedir. Sorulardan bir diğerinde de yıldızın renk ve sıcaklık ilişkisi sorgulanmaktadır. Bu soruyu da sınıf öğretmenlerinin %43'ü, ortaokul öğretmenlerinin %52'si ve lise öğretmenlerinin %75'i doğru olarak cevaplamıştır. Colantonio ve arkadaşlarının (2016) yaptığı çalışmada ise 59 lise öğrencisine kendi geliştirdikleri bir öğretme modülünü uygulamışlardır. Modülün etkililiğini “yıldız nedir”, “yıldızın nasıl oluştuğunu düşünüyorsunuz” “yıldızın şeklini ne etkiler” gibi sorular içeren 10 çoktan seçmeli sorudan oluşan bir ölçme aracı ile öntest-sontest yöntemiyle karşılaştırmışlardır. Ortalama ön test değeri 1.90 iken sontestte bu değer 5.3'e yükselmiştir. Bailey ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan çalışmada, astronomi dersi almaya başlayan öğrencilerin yıldızlarla ilgili kavramsal anlamalarını araştırmak için, bu öğrencilere dersin başında “yıldız nedir”, “yıldızlar neden parlar”, “bütün yıldızlar aynı mıdır” gibi sorular yöneltilmişlerdir. Verilen cevapları incelediklerinde öğrencilerin yıldızlar hakkında bazı ön bilgilere sahip olduklarını, ancak bu bilgilerin bilimsel açıdan yeterli ve tutarlı olmadığını gözlemlemişlerdir.

Kavram yanlışlarının ve anlama düzeylerinin incelendiği bazı çalışmalarda, öğrencilerin kavramsal anlamalarını incelemek için veri toplama aracı olarak kavram envanterlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bailey'e göre (2009) kavram envanterleri, konu olarak belirli bir kavramı veya ilişkili kavramları ele alan çoktan seçmeli maddelerden oluşur. Bu envanterlerin en belirleyici özelliği çeldiricileridir. Maddelerdeki çeldiriciler, genellikle önceden yapılan çalışmalar sonucu belirlenen öğrencilerin alternatif görüşleri veya kavram yanlışları kullanılarak hazırlanır. Kavram envanterleri çoktan seçmeli sorulardan oluştukları için araştırmacıların veya öğretmenlerin kısa bir süre zarfında öğrencilerin kavrama seviyeleri ve alternatif görüşleri hakkında bilgi elde etmelerine olanak sağlar. Elde edilen bu bilgiler öğretimin şekillendirilmesi veya öğretimin etkililiğini ölçmek amacıyla kullanılabilir.

Fen eğitiminde astronomi konuları da dahil olmak üzere çeşitli kavram envanterleri geliştirilmiştir. Bunların en yaygın kullanılanlarından biri Hestenes, Wells ve Swackhammer tarafından geliştirilen Kuvvet Kavram Envanteridir (FCI, Hestenes, Wells & Swackhamer, 1992). Kuvvet ve hareket konusunda ayrıca Thornton ve Sokoloff (1998) tarafından geliştirilen kuvvet ve hareket kavram değerlendirme testi yer alır. Elektrik ve manyetizma (Maloney, O'Kuma, Hieggelke, & Van Heuvelen, 2001; Ding, Chabay, Sherwood, & Beichner, 2006), ve biyoloji (Klymkowsky, ve Garvin-Doxas 2008, Bowling et al., 2008) alanında da kavram envanterleri bulunmaktadır. Astronomi konusunda ise Hufnagel (2002), Deming (2002) ve Zeilik (2003) tarafından geliştirilen astronomi tanı testleri, Sadler ve arkadaşlarının (2010) hazırladığı astronomi ve uzay bilimleri kavram envanteri, Lindell'in (2001) ayın evreleri, Bardar, Prather, Brecher, ve Slater'ın (2007) ışık ve spektroskopi testi, Slater'ın (2014) astronomi standartları testi bu envanterlere örnek olarak gösterilebilir.

Bu çalışmaya konu olan envanter, “Star Properties Concept Inventory-Yıldız Özellikleri Kavram Envanteri” Bailey ve arkadaşları tarafından uzun bir araştırma sonucu geliştirilmiştir (Bailey, 2006; Bailey, 2009; Bailey, Prather, Johnson, ve Slater, 2009) Bu ve diğer çalışmalarından elde ettikleri bulguları Bailey ve arkadaşları Yöke'yi geliştirmek için kullanmışlardır. Envanter üç uygulamadan sonra son halini almıştır. Araştırmacılar ilk olarak yıldızlar konusunu ele alan ders kitaplarını inceleyerek yıldızların evrim süreci, Hertzsprung - Russell (H-R) diyagramı, hidrostatik denge, ışıyım gücü (luminosite)-uzaklık ilişkisi, nükleer füzyon, yıldız ömrü, yıldız yapısı, sıcaklık ve renk konularının yıldızlar konusu altında ele alındığını belirlemişlerdir. Envanterin ilk versiyonunda bu içerik doğrultusunda kendilerinin önceki çalışmalarında kullandıkları ve ders kitaplarından

uyarladıkları 30 soruyu katılımcılara sorarak cevaplamalarını istemişlerdir. Katılımcıların soruları aynı biçimde anladıklarını kontrol etmek için soruları üç soru formatında yöneltilmişlerdir. Bunlar 1) çoktan seçmeli, 2) çoktan seçmeli ve seçilen cevabın açıklamasının yapıldığı ve 3) açık uçlu soru formatıdır. Soruların çeldiricileri önceki araştırma sonuçlarına dayanılarak öğrencilerin alternatif anlamalarını ele alacak biçimde yazılmıştır. Bu aşamada, ayrıca öğrencilerle görüşme yapılarak soruların öğrenciler tarafından doğru anlaşılıp anlaşılmadığı ve cevaplarındaki tutarlılık incelenmiştir. Bu aşamayı izleyen ikinci uygulama sonunda 13 soru öğrencilerin kullandığı dili yansıtacak biçimde değiştirilmiştir. Altı soru ise soruda ele alınan bilimsel konuyu netleştirecek biçimde gözden geçirilerek düzeltilmiştir. Yedi soru ise çok düşük düzeyde olması veya konuyla çok ilgili olmadığı için çıkartılmıştır. Envanterin kapsamını korumak amacıyla üç yeni soru eklenmiştir. Bailey ve arkadaşları, envantere dahil ettikleri konuları ve envanterin kapsam geçerliğini 26 astronomi eğitimi alanında uzman kişinin görüşünü alarak sağlamışlardır. Bu uzmanlardan gelen öneriler doğrultusunda Bailey ve arkadaşları sorularda kullanılan dilde bazı değişiklikler yapmış ve üç soruyu muğlak olduğu için envanterden çıkartmıştır. Envanterin bu çalışmada uyarlanan versiyonunda ikisi demografik bilgi olmak üzere 24 soru bulunmaktadır. Bu çalışmada envanterin sadece bilgi içerikli olan 22 sorusu ele alınmıştır. Bailey ve arkadaşları SPCI (YÖKE)'in güvenilirliğini ön-test için 0.47 ve son-test için 0.76 olarak rapor etmiştir.

Astronomi dersi Türkiye’de 2006 yılından bu yana İlköğretim Fen Bilgisi öğretmenliği (FBÖ) öğretim programının bir parçası haline gelmiştir. Bu derste Yüksek Öğretim Kurumu’nun belirlediği temel içerik uygulanmaktadır. Bu çerçevede, astronomi dersinde Kepler yasaları ve Güneş sisteminin yapısı, gezegenler ve özellikleri, uydular, evrenin genel yapısı, gök adalar, yıldızların oluşumu, kırmızı devler, nötron yıldızları, beyaz cüceler, kara delikler konuları işlenmektedir. Her ne kadar Türkiye’de yıldız kavramını ele alan çalışmalar bulunsun da bu çalışmalar arasında yıldız kavramını derinlemesine ve diğer kavramlarla ilişkilendirerek inceleyen detaylı bir çalışma mevcut değildir. Bu sebeple bu çalışmada Bailey ve arkadaşları (2012) tarafından geliştirilen “Yıldız Özellikleri Kavram Envanteri” nin (Star Properties Concept Inventory-SPCI) Türkçeye uyarlanması ve uyarlanan envanterin güvenilirlik ve geçerliliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Böylelikle yıldız ve yıldızlarla ilgili temel kavramlar konusunda öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini detaylı olarak incelemeye olanak sağlayacak bir ölçme aracının Türkçe literatüre kazandırılması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda bu çalışmada Türkçeye uyarlanan Yıldız Özellikleri Kavram Envanterinin geçerlik ve güvenilirliği incelenip, çalışmaya katılan üniversite öğrencilerinin yıldızların oluşumu, özellikleri, hayatı ve ölümleri ile ilgili alternatif kavramları belirlenmiştir.

2. Yöntem

Bu envanter uyarlama çalışmasında aşağıdaki adımlar izlenmiştir. İlk adımda Janelle Bailey’den uyarlama için izin alınarak envanter her iki dile ve alana hakim iki kişi tarafından Türkçeye çevrilmiştir. İkinci adımda çevirilerin uyumu karşılaştırılarak ortak bir envanter elde edilmiştir. Üçüncü adımda çevrilen envanter astronomi ve uzay bilimleri alanında uzman Türkçe ve İngilizce dillerine hakim olan iki kişi tarafından gözden geçirilmiştir. Uzmanlar tarafından verilen dönütler doğrultusunda gerekli değişiklikler yapılmıştır. Ayrıca uygulamaya geçilmeden önce envanter iki kişi tarafından doldurularak tahmini uygulama süresi belirlenmiştir. Envanterdeki ifadelerin anlaşılabilirliği bir öğrenciye okutularak test edilmiştir. Son adımda ise envanter katılımcılara uygulanmıştır.

Bu çalışma üç farklı üniversiteden toplam 386 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya iki farklı grup öğrenci katılmıştır. Birinci grup öğrenciler astronomi dersinde yıldızlarla ilgili kavramları henüz öğrenmemiş olan eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmen adaylarıdır. İkinci grup ise, yıldızlarla ilgili kavramları öğrenmiş olan astronomi ve uzay bilimleri bölümü 4. sınıf öğrencileri (34 kişi) ve 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarıdır (42 kişi).

Uyarlanan envanterin kapsam geçerliği, orijinal envanterde yapıldığı üzere uzman görüşüne dayanılarak elde edilmiştir. Bu amaçla üniversite düzeyinde astronomi ve uzay bilimleri dersi veren üç uzmana envanterdeki maddelerin üniversitede öğretilen yıldız ve yıldızlarla ilgili kavramları kapsama düzeyleri ve hangi konuyla ilgili oldukları sorulmuştur. Sonuç olarak bu uzmanlar

maddelerin ilgili konuları yeterince kapsadığı yönünde görüş bildirmişlerdir.

Envanterin güvenilirliği Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı hesaplanarak belirlenmiştir. Ayrıca YÖKE de yer alan 22 sorunun ayrıricılık ve güçlük indeksleri hesaplanmış ve Tablo 2’de sunulmuştur.

3. Bulgular

Envanterde yer alan soruların üç bölümde toplandığı uzmanlar tarafından belirtilmiştir. Ancak bu bölümler bir ölçeğin boyutlarından ziyade soruların benzer konular altında oluşturdukları kümelerdir. Envanterin bölümleri: yıldız oluşumu, nükleer füzyon ve yıldız özellikleri olarak sıralanabilir. Yıldız özellikleri bölümü de kendi içinde kütle-ömür ilişkisi, renk-sıcaklık ilişkisi ve yıldız evrimi olmak üzere üç bölüme ayrılmaktadır. Tablo 1’de envanter sorularının başlıklara göre dağılımları görülmektedir. Tablo 1’den de görüldüğü üzere envanterdeki 22 sorudan beş tanesi yıldız oluşumu, beş tanesi füzyon, 12 tanesi de yıldız özellikleri ile ilgilidir. Yıldız özellikleri kategorisindeki soruların beşi kütle-ömür ilişkisi, üçü renk-sıcaklık ilişkisi ve dördü ise yıldız evrimi konusundadır.

Tablo 1. Envanter sorularının konulara dağılımı ve doğru cevaplanma oranları.

Yıldız oluşumu ile ilgili maddeler
1. Yeni oluşmuş bir yıldızın içeriğinde aşağıdaki maddelerden en çok hangisi bulunur?
2. Aşağıdakilerden hangisi bir yıldızın oluşumu esnasında iç sıcaklığının artmasına neden olur?
5. Bir yıldızın oluşumu esnasında en etkili kuvvet aşağıdakilerden hangisidir
10. Yeni oluşmakta olan bir yıldıza ne ad verilir?
13. Yıldızlar hayatlarına aşağıdakilerden hangisi olarak başlarlar?
Füzyon ile ilgili maddeler
3. Bir yıldızın, ömrünün büyük bir kısmı boyunca, enerjisinin ürettiği bölümü hangisidir?
7. Neden çoğu yıldız kütle çekim kuvvetinin etkisiyle kendi içine çökmez?
11. Güneş gezegenimizi ısıtan enerjiyi nasıl üretmektedir?
14. Yıldız nedir?
18. Dünyadan gördüğümüz yıldızların ışık kaynağı aşağıdakilerden hangisidir?
Yıldızların özellikleri ile ilgili maddeler
Kütle Ömür
4. Y yıldızının kütlesi X yıldızının iki katıdır. X yıldızı yakıtını Y yıldızına göre nasıl tüketecektir?
9. C yıldızının ömrü 50 milyon yıl iken D yıldızının ki sadece 10 milyon yıldır. Bu yıldızların kütleleri hakkında neler söyleyebilirsiniz?
16. Bir yıldızın ömrü kütlesi ile nasıl ilişkilidir?
21. P yıldızının kütlesi Q yıldızının üç katıdır. Q yıldızının ömrünü P yıldızının ömrü ile kıyaslayınız?
22. Aşağıdakilerden hangisi yıldızın birçok özelliğini ve geleceğini belirler?
Renk ve sıcaklık
6. En sıcak yıldızlar ne renktedir?
19. Aşağıdaki seçeneklerden hangisinde kırmızı, beyaz ve mavi yıldızların yüzey sıcaklıkları sıralaması doğru yapılmıştır?
20. En fazla enerjiyi aşağıdakilerden hangisi yayar?
Yıldızların evrimi
8. Aşağıdaki gök cisimlerinden hangisinin yüzey sıcaklığı en yüksektir?
12. Bir kırmızı dev, bir beyaz cüce ve Güneş’in kütlece karşılaştırılmasında aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
15. Dünyaya olan uzaklıkları aynı olan, aynı büyüklükteki (çapta) bir kırmızı ve bir mavi yıldızdan hangisi dünyadan daha parlak gözükür?
17. Aşağıdaki gök cisimlerinin hangisinin ışıyım gücü (luminositesi) daha büyüktür?

Katılımcıların doğru cevapları “1” ve yanlış cevapları “0” olarak puanlandıktan sonra, uygulamadan elde edilen veriler için testin güvenilirliği hesaplanmış ve 22 maddelik envanter için Cronbach alfa katsayısı 0.82 olarak bulunmuştur.

Yıldız Özellikleri Kavram Envanterinin uygulanması sonucu elde edilen verilerin madde analizi sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Buna göre maddelerin ayrıricılık indeksleri 0.07 ile 0.73 arasında değişmektedir. Bütün maddelerin ayrıricılık indekslerinin ortalaması 0.5 olarak bulunmuştur. Envanterdeki ikinci maddenin ayrıricılık indeksi 0.07 ve on ikinci maddenin ise 0.12 olarak hesaplanmıştır. Bu iki ayrıricılık indeksi değerleri 0.2’nin altında olduğu için bu maddelerin

envanterden çıkartılmasına karar verilmiştir. Dördüncü maddenin madde ayıricılık indeksi ise 0.22 olduğu için bu maddenin de gözden geçirilmesi önerilir. Bulgulara göre 16 maddenin ayıricılık indeksi 0.4 ve üzerindedir. Ayrıca dört maddenin ayıricılık indeksleri 0.71-0.76 arasında olduğu görülmüştür. Bu maddeler 19., 20., 1. ve 6. maddelerdir. Bu dört maddenin üçü yıldız özelliklerinden renk ve sıcaklık temasıyla ilgili iken, birinci soru yıldız oluşumu kapsamındaki “Yeni oluşmuş bir yıldızın içeriğinde aşağıdaki maddelerden en çok hangisi bulunur?” sorusudur.

Envanterdeki maddelerin madde güçlük indekslerinin 0.13 ile 0.75 arasında değiştiği görülmektedir. Envanterdeki 22 maddeye cevap veren öğrencilerin ortalama puanı 7.27 bulunurken, testin ortalama güçlüğü de 0.33’tür. Envanterdeki en zor dört soru ise 11., 12., 2. ve 21. sorulardır. Bu soruların güçlük düzeyleri 0.13 ile 0.20 arasındadır. Bu maddelerden biri yıldız ömrü ile kütlesi arasındaki ilişkiyi sorgulayan “P yıldızının kütlesi Q yıldızının üç katıdır. Q yıldızının ömrünü P yıldızının ömrü ile kıyaslayınız?” sorusudur. Bir diğeri de yıldız oluşumu ile ilgili olan “Aşağıdakilerden hangisi bir yıldızın oluşumu esnasında iç sıcaklığının artmasına neden olur?” sorusudur. Tablo 2’de maddeler, seçeneklere ait cevaplanma oranları, yüzdeleri, madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri sunulmaktadır.

Tablo 2. Madde seçeneklerinin cevaplanma sayıları, yüzdeleri, madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri.

Madde	Frekan s	Yüzde	Güçlük indeksi	Ayırtıcılık indeksi
1. Yeni oluşmuş bir yıldızın içeriğinde aşağıdaki maddelerden en çok hangisi bulunur?			0.48	0.72
a. Oksijen	20	5.2		
b. Azot	52	13.5		
c. Karbon	62	16.1		
d. Helyum	68	17.6		
e. Hidrojen	184	47.7		
2. Aşağıdakilerden hangisi bir yıldızın oluşumu esnasında iç sıcaklığının artmasına neden olur?			0.14	0.07
a. Nükleer füzyon çekimsel çökmeye neden olur bu da ısı üretir.	170	44.0		
b. Yıldızın kütle çekimi büzülürken ısı üretilir.	35	9.1		
c. Kütle çekimsel çökme kimyasal reaksiyonlar yoluyla ısı üretilmesini sağlar.	126	32.6		
d. Çökme esnasında çekimsel potansiyel enerji azalırken sıcaklık artar.	55	14.2		
3. Bir yıldızın, ömrünün büyük bir kısmı boyunca, enerjisinin üretildiği bölümü hangisidir?			0.58	0.46
a. İşımsal tabakası	39	10.1		
b. Nükleosfer	53	13.7		
c. Çekirdek	222	57.5		
d. Yıldızın her yerinde	43	11.1		
e. Yıldızın yüzeyinde	29	7.5		
4. Y yıldızının kütlesi X yıldızının iki katıdır. X yıldızı yakıtını Y yıldızına göre nasıl tüketecektir?			0.21	0.22
a. X yıldızı yakıtını Y yıldızına göre iki kattan daha yavaş tüketecektir.	80	20.7		
b. X yıldızı yakıtını Y yıldızından iki kat daha yavaş tüketecektir.	129	33.4		
c. X yıldızı yakıtını Y yıldızıyla aynı hızda tüketecektir.	83	21.5		
d. X yıldızı yakıtını Y yıldızından iki kat daha hızlı tüketecektir.	68	17.6		
e. X yıldızı yakıtını Y yıldızına göre iki kattan daha hızlı tüketecektir.	26	6.7		
5. Bir yıldızın oluşumu esnasında en etkili kuvvet aşağıdakilerden hangisidir			0.42	0.60
a. Durgun elektrik	20	5.2		
b. Kütle çekimi	163	42.2		
c. Manyetizma	25	6.5		
d. Basınç	16	4.1		
e. Nükleer füzyon	162	42.0		

6. En sıcak yıldızlar ne renktedir?			0.35	0.76
a. Kırmızı	95	24.6		
b. Beyaz	75	19.4		
c. Mavi	136	35.2		
d. Sıcaklıkları ne olursa olsun tüm yıldızların renkleri aynıdır.	58	15.0		
e. Renkleri ne olursa olsun tüm yıldızların sıcaklıkları aynıdır.	22	5.7		
7. Neden çoğu yıldız kütle çekim kuvvetinin etkisiyle kendi içine çökmez?			0.33	0.49
a. Yıldızın merkezinden içe ve dışa doğru hareket eden maddeler kütle çekimini dengeler.	76	19.7		
b. Yıldızın iç yapısı yüzeye direnç göstererek çökmesini engeller.	51	13.2		
c. Yıldızın yörüngesindeki gezegenlerin kütle çekimi yıldız maddesini dışarıya doğru çeker.	43	11.1		
d. Yıldızın merkezinden dışarı itilen parçacıkların oluşturduğu kuvvet çekimi dengeler	87	22.5		
e. Yıldızın içinde üretilen enerjinin neden olduğu gaz basıncı çekim kuvvetlerini dengeleyerek dışa doğru iter.	129	33.4		
8. Aşağıdaki gök cisimlerinden hangisinin yüzey sıcaklığı en yüksektir?			0.22	0.47
a. Tipik kırmızı dev	63	16.3		
b. Tipik beyaz cüce	83	21.5		
c. Güneş	207	53.6		
d. Hepsi aynı sıcaklığa sahip olabilirler	33	8.5		
9. C yıldızının ömrü 50 milyon yıl iken D yıldızının sadece 10 milyon yıldır. Bu yıldızların kütleleri hakkında neler söyleyebilirsiniz?			0.25	0.51
a. C yıldızının kütlesi daha büyüktür.	133	34.5		
b. D yıldızının kütlesi daha büyüktür.	98	25.4		
c. C ve D yıldızları hemen hemen aynı kütlede dir	17	4.4		
d. Bu soruyu cevaplamak için yeterli bilgi verilmemiştir.	137	35.5		
10. Yeni oluşmakta olan bir yıldıza ne ad verilir?			0.40	0.45
a. Önyıldız (Proto yıldız)	153	39.6		
b. Bulutsu (Nebula)	161	41.7		
c. Süper nova	19	4.9		
d. Yıldız kümesi	13	3.4		
e. Beyaz cüce	40	10.4		
11. Güneş gezegenimizi ısıtan enerjiyi nasıl üretmektedir?			0.20	0.49
a. Güneşin içindeki gazlar yanarlar ve enerji üretirler.	30	7.8		
b. Atomlar birleşerek daha ağır atomlara dönüşürler ve açığa enerji çıkarırlar.	79	20.5		
c. Güneşin içindeki gazlar sıkıştığında ısınır ve açığa enerji çıkarırlar.	55	14.2		
d. Atomlar daha hafif atomlara bölünürler ve açığa enerji çıkarırlar.	46	11.9		
e. Güneşin çekirdeğindeki radyoaktif atomlar bozunarak açığa enerji çıkarırlar.	176	45.6		
12. Bir yıldızın, ömrünün büyük bir kısmı boyunca, enerjisinin üretildiği bölümü hangisidir?			0.20	0.12
a. Bir kırmızı devin kütlesi her zaman daha büyüktür.	114	29.5		
b. Bir beyaz cücenin kütlesi her zaman daha büyüktür.	38	9.8		
c. Güneşin kütlesi en büyüktür.	157	40.7		
d. Bu gök cisimleri aynı kütleye sahip olabilirler.	77	19.9		
13. Yıldızlar hayatlarına aşağıdakilerden hangisi olarak başlarlar?			0.75	0.34
a. Bir yıldız veya gezegenin parçası	27	7.0		
b. Beyaz cüce	32	8.3		
c. Dünya atmosferindeki madde	23	6.0		
d. Kara delik	13	3.4		
e. Gaz ve toz bulutu	291	75.4		

14. Yıldız nedir?			0.31	0.58
a. Diğer enerji kaynaklarından aldığı ışığı yansıtan gaz topudur.	79	20.5		
b. Dünya atmosferinde görünen parlak ışık noktasıdır.	54	14.0		
c. Gazların yanmasıyla enerji üreten. sıcak gaz topudur.	60	15.5		
d. Atomları daha ağır atomlara birleştirerek enerji üreten sıcak gaz topudur.	119	30.8		
e. Atomları daha hafif atomlara bölerek enerji üreten sıcak gaz topudur.	74	19.2		
15. Dünyaya olan uzaklıkları aynı olan, aynı büyüklükteki (çapta) bir kırmızı ve bir mavi yıldızdan hangisi dünyadan daha parlak gözükür?			0.39	0.65
a. Kırmızı yıldız	106	27.5		
b. Mavi yıldız	152	39.4		
c. İki yıldız da aynı parlaklıkta gözükcektir.	59	15.3		
d. Bu soruya cevap vermek için yeterli bilgi verilmemiştir.	69	17.9		
16. Bir yıldızın ömrü kütlesi ile nasıl ilişkilidir?			0.29	0.55
a. Büyük kütleli yıldızların yaşam süresi küçük kütleli yıldızlara göre oldukça uzundur.	130	33.7		
b. Büyük kütleli yıldızların yaşam süresi küçük kütleli yıldızlara göre oldukça kısadır.	112	29.0		
c. Büyük kütleli yıldızlar küçük kütleli yıldızlara göre biraz daha kısa yaşarlar.	40	10.4		
d. Büyük kütleli yıldızlar küçük kütleli yıldızlara göre biraz daha uzun yaşarlar.	77	19.9		
e. Bütün yıldızların kütlelerine bakılmaksızın ömürleri aynıdır.	27	7.0		
17. Aşağıdaki gök cisimlerinin hangisinin ışıının gücü (luminositesi) daha büyüktür?			0.23	0.33
a. Kırmızı dev	89	23.1		
b. Beyaz cüce	75	19.4		
c. Güneş	158	40.9		
d. Hepsi aynı olabilir	62	16.1		
18. Dünyadan gördüğümüz yıldızların ışık kaynağı aşağıdakilerden hangisidir?			0.37	0.41
a. Güneş ışığının yansıması	123	31.9		
b. Yıldızların içindeki kimyasal reaksiyonlar	45	11.7		
c. Yıldızların içindeki nükleer reaksiyonlar	144	37.3		
d. Yıldızların içinde yanan gazlar	41	10.6		
e. Yıldızların yüzeyindeki yanma	33	8.5		
19. Aşağıdaki seçeneklerden hangisinde kırmızı, beyaz ve mavi yıldızların yüzey sıcaklıkları sıralaması doğru yapılmıştır?			0.29	0.73
En sıcak → En soğuk				
a. Beyaz > Mavi > Kırmızı	59	15.3		
b. Beyaz > Kırmızı > Mavi	40	10.4		
c. Kırmızı > Mavi > Beyaz	150	38.9		
d. Mavi > Beyaz > Kırmızı	113	29.3		
e. Mavi > Kırmızı > Beyaz	24	6.2		
20. En fazla enerjiyi aşağıdakilerden hangisi yayar?			0.41	0.71
a. Güneşin yarı büyüklüğünde (çapında) bir kırmızı yıldız.	42	10.9		
b. Güneşin on katı büyüklüğünde (çapında) bir kırmızı yıldız.	156	40.4		
c. Güneşin yarı büyüklüğünde(çapında) bir mavi yıldız	30	7.8		
d. Güneşin on katı büyüklüğünde(çapında) bir mavi yıldız.	157	40.7		
21. P yıldızının kütlesi Q yıldızının üç katıdır. Q yıldızının ömrünü P yıldızının ömrü ile kıyaslayınız?			0.13	0.27
a. Q yıldızının ömrü P yıldızının ömrünün üçte birinden daha azdır	53	13.7		
b. Q yıldızının ömrü P yıldızının ömrünün üçte biridir	157	40.7		
c. Q yıldızının ömrü P yıldızının ömrü ile aynıdır	25	6.5		
d. Q yıldızının ömrü P yıldızının ömrünün üç katıdır	102	26.4		
e. Q yıldızının ömrü P yıldızının ömrünün üç katından daha fazladır	49	12.7		

22. Aşağıdakilerden hangisi yıldızın birçok özelliğini ve geleceğini belirler?	0.31	0.53
Yüzey sıcaklığı	20	5.2
Çapı	23	6.0
Renği	30	7.8
Kimyasal bileşimi	193	50.0
Kütle	120	31.1

Seçeneklerin cevaplanma sayı ve oranlarından yola çıkılarak katılımcıların yıldız ve yıldızlarla ilgili bazı alternatif görüşleri belirlenmiştir. Buna göre katılımcıların %44'ü yıldız oluşumu esnasında sıcaklık artışının sebebini, nükleer füzyonun sebep olduğu çekimsel çökmeye bağlamaktadır (M2). Yeni oluşmakta olan bir yıldıza öğrencilerin %42 si bulutsu (nebula) denildiğini düşünmektedir (M10). Öğrencilerin %37 si yıldızların ışık kaynağının yıldızlarda meydana gelen nükleer reaksiyonlar olduğunu bilmekle birlikte %32'si yıldızların ışık kaynağının Güneş ışığının yansıması olduğunu belirtmişlerdir (M18). Benzer biçimde yıldız nedir sorusuna maalesef öğrencilerin %20'si yıldızların diğer enerji kaynaklarından aldığı ışığı yansıtan gaz topu olduğunu ifade etmişlerdir (M14). "Güneş enerjisini nasıl üretir" sorusuna verilen cevaplarda öğrencilerin %46'sının radyoaktif atomların bozunması ile füzyon kavramını birbirine karıştırdıkları gözlenmiştir (M11). Yıldızların kütle-ömür ilişkisi için ise katılımcılar büyük kütleli yıldızların ömrünün daha uzun olduğunu düşünmektedir. Katılımcıların %33'ü yıldızların yakıt tüketme oranlarının, kütlelerinin oranı ile ters orantılı olduğunu düşünmektedirler (M4). Katılımcıların yarısı kimyasal bileşimlerinin yıldızların birçok özelliğini belirlediği yanlış cevabını vermiştir (M22). Bir yıldızın oluşumu esnasında en etkili kuvvetin kütle çekim kuvveti yerine nükleer füzyon olduğunu düşünenlerin oranı %42'dir. Katılımcılarda yıldızların renk- sıcaklık ilişkisine dair kırmızı renkli yıldızların daha sıcak olduğu ve daha fazla enerji yaydığı alternatif görüşü hakimdir. En sıcak yıldızlar hangi renktir sorusuna katılımcıların %25 kırmızı renkli yıldızlar cevabını verirken, %19'u beyaz renkli olanlardır cevabını vermiştir (M6). Öğrenciler sıcaktan soğuğa sıralama sorusuna ise % 39 oranında kırmızı, beyaz, mavi cevabını vermiştir. Kırmızı dev, beyaz cüce ve Güneş'ten hangisinin yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu sorulduğunda katılımcıların %54'ü, bu gök cisimleri arasında hangisinin ışıyım gücünün daha fazla olduğu sorulduğunda ise %41'i Güneş cevabını vermiştir. (M8-M17)

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada astronomi alanında öğrencilerin yıldız ve yıldızlarla ilgili kavramları anlama düzeylerini ve alternatif görüşlerini belirlemeye yönelik olarak Bailey ve arkadaşları (2012) tarafından geliştirilen Yıldız Özellikleri Kavram Envanteri (2012) Türkçeye uyarlanmış, geçerlik ve güvenilirliği incelenmiştir. Ayrıca katılımcıların envantere verdikleri cevaplardan yola çıkılarak yıldız ve özelliklerine dair alternatif görüşleri belirlenmiştir.

Envanterin kapsam geçerliğine kanıt sağlamak amacıyla uzman görüşleri alınmıştır. Buna göre YÖKE Türkiye'de öğrencilerin yıldız ve özellikleri için kapsam geçerliğine sahiptir. Envanterdeki maddelerin iç tutarlılığı hesaplanan Cronbach alfa katsayısına göre 0.82 olarak bulunmuştur. Bu değer envanterin güvenilirliğinin yeterli ölçüde yüksek olduğunu göstermektedir. Ancak iki maddenin ayrıcalık indeksleri (M2 ve M12) düşük çıktığı için envanterden çıkartılmıştır. Bu iki madde çıkartıldıktan sonra Cronbach alfa katsayısı hesaplandığında, envanterin güvenilirliği 0.835 olarak bulunmuştur. Son olarak katılımcıların YÖKE'ye verdiği cevaplardan aşağıdaki alternatif görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir.

1. Yıldızlarda sıcaklık artışının sebebi, nükleer füzyonun sebep olduğu çekimsel çökmedir.
2. Yeni oluşmakta olan bir yıldıza bulutsu denilir.
3. Yıldızlar Güneş'ten veya diğer enerji kaynaklarından aldığı ışığı yansıtır.
4. Güneş enerjisini radyoaktif atomların bozunması ile üretir.
5. Kırmızı renkli yıldızlar diğer yıldızlara göre daha sıcaktır ve daha fazla enerji yayarlar.
6. Büyük kütleli yıldızların ömrü küçük kütleli yıldızlara göre daha uzundur.

7. Yıldızların yakıt tüketme oranları kütlelerinin oranı ile ters orantılıdır.
8. Yıldızların birçok özelliğini belirleyen parametre yıldızların kimyasal bileşimleridir.
9. Bir yıldızın oluşumunu sağlayan temel kuvvet nükleer füzyondur.
10. Güneş, kırmızı dev ve beyaz cüce gök cisimleri içerisinde yüzey sıcaklığı en yüksek olan Güneş'tir.
11. Güneş, kırmızı dev ve beyaz cüce gök cisimleri içerisinde ışıyım gücü en yüksek olan Güneş'tir.

Bu alternatif görüşlerden üçüncüsü literatürdeki Kurnaz ve Değermenci (2011) ve Küçüközer'in (2007) bulgularıyla örtüşmektedir. Ayrıca beşinci alternatif görüş ise Küçüközer, Bostan, Işıldak (2010) bulgularıyla benzerdir. Diğer alternatif görüşler ise daha önce Türkiye'de yapılan çalışmalarda belirlenen görüşlerden farklılık göstermektedir.

Fen eğitiminin diğer alanlarına göre ülkemizde astronomi eğitimi nispeten daha yeni bir alandır. Bu sebeple astronomi eğitimi ilköğretim ve ortaöğretim seviyesindeki öğrencilere öğretecek olan öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sahip oldukları alternatif görüşlerinin tespiti ve bu alternatif görüşlerin bilimsel bilgilerle yer değiştirip değiştirmediğinin belirlenmesinde Yıldız özellikleri kavram envanterinin kullanılabileceği, bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Bu envanter üniversite düzeyindeki öğrencilerin yıldızlar konusundaki kavram yanlışlarını tespit etmek için geliştirilmiştir. İleriki çalışmalarda ilk ve orta öğretim düzeyindeki öğrencilerin yıldız ve özellikleri konusundaki görüşlerini belirlemeye yönelik bir çalışmanın yapılmasının alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu envanter ile belirlenen alternatif görüşlerin bilimsel görüşlerle değiştirilmesine yönelik öğretim yöntem ve etkinliklerinin düzenlenmesi de ülkemizdeki astronomi eğitimine katkıda bulunacaktır.

Kaynaklar

- Bailey, J. M. (2006). Development of a concept inventory to assess students' understanding and reasoning difficulties about the properties and formation of stars (PhD dissertation). The University of Arizona, Tucson, AZ, USA.
- Bailey, J. M. (2009). Concept inventories for ASTRO 101. *The Physics Teacher*, 47(7), 439-441.
- Bailey, J. M., Johnson B., Prather, E. E., & Slater, T. (2012). Development and Validation of the Star Properties Concept Inventory. *International Journal of Science Education*. 34. 2257-2286
- Bailey, J. M., Prather, E. E., Johnson, B. and Slater, F. T. (2009). College Students' Preinstructional Ideas About Stars and Star Formation. *Astronomy Education Review*. 8. 010110–010117. doi:10.3847/AER2009038
- Baltacı, A. (2013). Astronomi konusunun çoklu yazma etkinlikleri ve yaparak yaparak bilim öğrenme metodu kullanılarak öğretilmesinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bardar, E. M., Prather, E. E., Brecher, K., & Slater, T. F. (2007). Development and validation of the light and spectroscopy concept inventory. *Astronomy Education Review*, 5(2), 103-113.
- Bektaşlı, B. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi hakkındaki kavram yanlışlarının tespiti için astronomi kavram testinin geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 38(168).
- Bowling, B. V., Acra, E. E., Wang, L., Myers, M. F., Dean, G. E., Markle, G. C., & Huether, C. A. (2008). Development and evaluation of a genetics literacy assessment instrument for undergraduates. *Genetics*, 178(1), 15-22.
- Brunsell, E. & Marcks, J. (2005). Identifying A Baseline for Teachers' Astronomy Content Knowledge. *Astronomy Education Review*. Issue 2. Volume 3:38-46.
- Bülbül, E., Şahin, Ç. & Durukan, Ü. G. (2014). Investigation of secondary school 7th grade students' alternative concepts about space researches. *Icemst 2014*. 399.
- Colantonio, A., Galano, S., Leccia, S., Puddu, E., & Testa, I. (2016). A teaching module about stellar structure and evolution. *Physics Education*, 52(1), 015012.

- Çoruhlu, T. Ş. & Çepni, S. (2015). Teachers' Problems and Misconceptions Relate to "Solar System And Beyond: Space Puzzle" Unit: A Case Study Research. *Journal of Theoretical Educational Science*. 8(2). 268-281.
- Deming, G. 2002. "Results from the Astronomy Diagnostic Test National Project." *Astronomy Education Review*. 1(1). 52.
- Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B., & Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism assessment. *Physical review special Topics-Physics education research*, 2(1), 010105.
- Durukan, Ü. G., & Sağlam Arslan, A. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını ilişkilendirme durumlarının analizi. *Fen Eğitimi ve Araştırmaları Derneği Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(2), 97-109.
- Durukan, Ü. G., Şahin, Ç., & Arıkurt, E. (2014). Fen bilgisi öğretmen adaylarının temel astronomi kavramları hakkındaki zihinsel yapılarının belirlenmesi. XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Adana.
- Bardar, E. M., Prather, E. E., Brecher, K., & Slater, T. F. (2007). Development and validation of the light and spectroscopy concept inventory. *Astronomy Education Review*, 5(2), 103-113.
- Emrahoğlu, N. & Öztürk, A. (2009). Fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi kavramlarını anlama seviyelerinin ve kavram yanlışlarının incelenmesi üzerine boyamsal bir araştırma. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 18(1).
- Göncü, Ö., & Korur, F. (2012). İlköğretim öğrencilerinin astronomi temelli ünitelerdeki kavram yanlışlarının üç aşamalı test ile tespit edilmesi. X. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Niğde, Türkiye.
- Güneş, G. (2010). Öğretmen Adaylarının Temel Astronomi Konularında Bilgi Seviyeleri İle Bilimin Doğası Ve Astronomi Öz Yeterlilikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992), "Force concept inventory." *The Physics Teacher*. 30 (3). 141-153.
- Hufnagel, B. 2002. "Development of the Astronomy Diagnostic Test." *Astronomy Education Review*. 1(1). 47.
- İyibil, Ü. G. (2010). Farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını anlama düzeylerinin ve ilgili kavramlara ait zihinsel modellerinin analizi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- İyibil, Ü., Sağlam Arslan, A., 2010. Fizik Öğretmen Adaylarının Yıldız Kavramına Dair Zihinsel Modelleri. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED). Cilt 4, Sayı 2, S. 25-46.
- Kaplan, G. & Tekinarslan, Ç. İ. (2013). A comparison of knowledge levels of students with and without intellectual disabilities about astronomy concepts. *Elementary Education Online*. 12(2). 614-627.
- Klymkowsky, M. W., & Garvin-Doxas, K. (2008). Recognizing student misconceptions through EdTools and the biology concept inventory. *PLoS Biology*, 6(1), 14-18.
- Kurnaz, M. A., & Değermenci, A. (2011). Sınıf Seviyelerine Göre Temel Astronomi Kavramlarına İlişkin Öğrenci Algılamalarının Karşılaştırması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(22), 91-112.
- Kurnaz, M. A. (2012). Yıldız. Kuyruklu Yıldız ve Takım Yıldız Kavramlarıyla ilgili Öğrenci Algılamalarının Belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. Cilt 12. Sayı:1. 252-264.
- Küçüközer, H. (2007). Prospective Science Teachers' Conceptions about Astronomical Subjects. *Science Education International*, 18(2), 113-130.
- Küçüközer, H., Bostan, A., & Işıldak, R. S. (2010). İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Bazı Astronomi Kavramlarına İlişkin Fikirlerine Öğretimin Etkileri. *Ondokuzmayıs University Journal of Education*, 29(1).

- Lee, J. A. Lee, K. Park, Y. S. Maeng, S. & Oh, H. (2015). A Case Study on Spatial Thinking Revealed in Elementary School Science Class on Solar System and Stars. *Journal of The Korean Association For Science Education*. 35(2). 179-197.
- Lee, K. Maeng, S. Park, Y. S. Lee, J. A. & Oh, H. (2014). A Case Study of Middle School Science Teachers' Topic-Specific Pedagogical Content Knowledge on the Unit of Stars and Universe. *Journal of The Korean Association For Science Education*. 34(4). 393-406.
- Lindell, R. S., (2001), Enhancing college students' understanding of lunar phases [Ph.D. Dissertation], University of Nebraska, Lincoln, AAT 3022646.
- Maloney, D. P., O'Kuma, T. L., Hieggelke, C. J., & Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(S1), S12-S23.
- Okulu, H. Z. (2012). Geliştirilen astronomi etkinliklerinin fen ve teknoloji öğretmen adaylarının astronomi bilgi ve tutum düzeylerine etkisi: Muğla örneği. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Sadler, P. M. Coyle, H. Miller, J. L. Cook-Smith, N. Dussault, M. & Gould, R. R. (2010). The astronomy and space science concept inventory: development and validation of assessment instruments aligned with the k-12 national science standards. *Astronomy Education Review*. 8(1). 010111.
- Sarioğlu, A. B. & Küçüközer, H. (2013). Determination of conceptions of secondary 10th grade students about torque, angular momentum and Kepler's 2nd law. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*. 7 (1). 121-141.
- Slater, S. J. (2014). The development and validation of the Test Of Astronomy STandards (TOAST). *Journal of Astronomy and Earth Sciences Education*. 1(1). 1.
- Şahin, Ç. Bülbül, E. & Durukan, Ü. G. (2013). Öğrencilerin gök cisimleri konusundaki alternatif kavramlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisi. *Journal of Computer and Education Research* (ISSN: 2148-2896). 1(2). 38-64.
- Thornton, R. K., & Sokoloff, D. R. (1998). Assessing student learning of Newton's laws: The force and motion conceptual evaluation and the evaluation of active learning laboratory and lecture curricula. *American Journal of Physics*, 66(4), 338-352.
- Trumper, R. (2001). A cross-age study of senior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *Research in Science & Technological Education*, 19(1), 97-109.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of research in science teaching*, 39(7), 633-658.
- Uğurlu, N. B. (2005). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin dünya ve evren konusu ile ilgili kavram yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 25(1).
- Unat, O. (2011). Fizik öğretmen adaylarının yıldızlardan yıldızlara ünitesine ilişkin pedagojik alan bilgilerinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Zeilik, M. 2003. "Birth of the Astronomy Diagnostic Test: Prototest Evolution." *Astronomy Education Review*. 1(2). 46. <http://aer.noao.edu/cgi-in/article.pl?id=28>

Extended English Abstract

Introduction

As in physics education, in astronomy education a variety of studies also have been carried out to determine the misconceptions or alternative opinions of students with the emergence of constructivist learning theory.

The main topics examined in the field of astronomy education include the solar system, moon phases, and formation of seasons. There are relatively few studies about stars in the literature. Participants' conceptual understanding levels, new teaching method application and its effectiveness, measurement tool development, pedagogical content knowledge are examined in

studies on the concepts of star and their characteristics. Studies on stars have generally been regarded as a subset of the subject of astronomy.

In some studies examining conceptual misconceptions and understanding levels, concept inventories are used as data collection tools to examine the conceptual understanding of students. According to Bailey (2009), concept inventories consist of multiple-choice items that deal with a specific concept or related concepts as a subject. The most deterministic features of these inventories are the distracters. The distracters in the items are usually prepared using alternative ideas or conceptual misconceptions of students that have been determined from the results of previous studies. Because concept inventories are composed of multiple-choice questions, it allows researchers or teachers to acquire knowledge about students' level of understanding, and their alternative concepts within a short period of time.

Although there are studies dealing with the concept of stars in Turkey, there is no detailed study among these studies that relate the concept of star in depth. Therefore, in this study, it was aimed to adapt "Star Properties Concept Inventory-SPCI" developed by Bailey et al. (2012) into Turkish and to examine the reliability and validity of the adapted inventory. In this way, it is aimed to acquire a measurement tool that will enable to examine the students' conceptual understanding levels on the basic concepts about stars in detail to the Turkish literature. In this context, the validity and reliability of the "Star Properties Concept Inventory" which was adapted to Turkish were examined and alternative concepts of university students participating in the study related to the formation of stars, life and death of the stars, and features of the stars were determined.

Method:

Adaptation Process

The following steps were followed in this inventory adaptation study. In the first step, Janelle Bailey's permission was granted for adaptation and two people, who are proficient in both languages and the field of the study, translated the inventory into Turkish. In the second step, the translations were compared and a common inventory was obtained. In the third step, two astronomy and space science experts, who are proficient in both Turkish and English languages, have reviewed it. Changes have been made in the direction of the feedbacks given by the experts. In addition, the inventory was answered by two people, before the administration and the estimated administration time was determined. In the last step, inventory was administered to participants.

Three experts, who taught courses in astronomy and space sciences at university level, examined the content validity of the adapted inventory. As a result, these experts have expressed their opinion that the items are adequately covering the concepts of stars and star properties. The reliability of the inventory was determined by calculating the Cronbach alpha internal consistency coefficient. Moreover, the discrimination and difficulty indices of the 22 items in YÖKE have been calculated and presented in Table 2.

Participants

This study was conducted with the participation of a total of 386 students from three different universities. Two different group of students participated in the study. The first group of students is pre-service science teachers of Education Faculties who have not learned concepts related to stars in astronomy class yet. The second group is the 4th year students (34 students) in the astronomy and space science department and the 4th year pre-service science teachers (42 students) who have learned the concepts about the stars.

Data Analysis:

Table 1 shows the distributions of inventory questions according to topics. As seen in Table 1, five of the 22 questions in the inventory are related to star formation, five are related to fusion, and 12 are related to star properties. The questions in the star properties categories are consisted of 5

mass-life relations, 3 color-temperature relations, and 4 star evolution questions.

After evaluating the participants' correct answers as "1" and false answers as "0", the reliability of the test was calculated for the data obtained from the application of the inventory and the Cronbach alpha coefficient for the 22-item inventory was found 0.82.

Table 2 shows item analysis results of the data obtained from Star Properties Concept Inventory application. Accordingly, the discrimination index of the items ranges from 0.07 to 0.73. The averages of the discrimination indexes of all items were found 0.5. The discrimination index of the second item in the inventory is 0.07 and of the twelfth item is 0.12. Since these two discrimination index values are less than 0.2, it has been decided to remove these items from the inventory. Difficulty indexes of the items in the inventory change from 0.13 to 0.75. The average score of the students who responded to 22 items in the inventory is 7.27, while the mean difficulty of the test is 0.33.

Result and Discussion:

In this study, The Star Properties Concept Inventory, developed by Bailey et al. (2012), was adapted to Turkish and its validity and reliability were investigated in order to determine students' understanding levels of star and star concepts and alternative conceptions in the field of astronomy. Finally, it was determined that participants had the following alternative views from the answers given to SPCI.

The cause of the increase of a star's interior temperature during its formation is gravitational collapse caused by nuclear fusion.

1. The cause of the increase of a star's interior temperature during its formation is gravitational collapse caused by nuclear fusion.
2. The name given to a star as it is initially forming is nebula.
3. Stars reflect the light they receive from the Sun or another energy sources.
4. Sun produces its energy by the decay of radioactive atoms.
5. Red stars are hotter and emit more energy than other stars.
6. More massive stars live longer lives than less massive stars.
7. The stars' fuel consumption ratios are inversely proportional to their mass proportions.
8. The parameter that determines most characteristics and future events of star's existence are their chemical compositions.
9. The force that dominates the formation of a star is nuclear fusion.
10. From among the Sun, the red giant and the white dwarf, the Sun has the highest surface temperature.
11. From among the Sun, the red giant and the white dwarf, the Sun has the greatest luminosity.

The third alternative concept aligns the findings of Kurnaz and Değermenci (2011) and Küçüközer (2007) in the literature. The fifth alternative concept is similar to Küçüközer, Bostan and Işıldak's findings (2010). Other alternative concepts differ from those previously determined in Turkish literature on star and properties.

This concept inventory was developed to identify the misconceptions of students at the university level about stars. It is thought that it would contribute to the field to carry out a study to determine the misconceptions of the students at the primary and secondary education level about the stars and their characteristics in the future studies. Furthermore, the organization of teaching methods and activities aimed at replacing alternative concepts determined by this inventory with scientific conceptions will also contribute to the education of astronomy in our country.